Ueber

den Fettgehalt des Körpers und verschiedener Theile desselben

bei fetten und mageren Thieren.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der gesammten Medicin

unter dem Präsidium

des

Herrn Obermedicinalrathes Prof. Dr. **C. v. Voit**

der medicinischen Facultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ludwig Pfeiffer,

approb. Arzt aus Würzburg.

München 1886.

Druck von R. Oldenbourg.

Ueber

den Fettgehalt des Körpers und verschiedener Theile desselben

bei fetten und mageren Thieren.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der gesammten Medicin

unter dem Präsidium

des

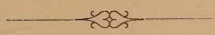
Herrn Obermedicinalrathes Prof. Dr. **C. v. Voit**

der medicinischen Facultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ludwig Pfeiffer,

approb. Arzt aus Würzburg.



München 1886.

Druck von R. Oldenbourg.

Meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Obermedicinalrath Prof. Dr. C. v. Voit

in aufrichtiger Dankbarkeit

gewidmet.

Im normalen thierischen Organismus findet sich constant eine gewisse, nicht unbedeutende Menge von Fett vor, das nach unseren heutigen Kenntnissen vom Bau und den Lebensvorgängen im Thierleib als ein unerlässlicher und höchst wichtiger Bestandtheil desselben angesehen werden muss. Dieses Fett findet sich in allen Organen des Körpers, wenn auch in seiner Menge innerhalb weiter Grenzen schwankend vor, scheint aber an einzelnen Bezirken einer ganz besonderen Anhäufung fähig zu sein.

Es dient eben offenbar verschiedenen physiologischen Zwecken. Einmal gewissen mechanischen und physikalischen Zwecken, wie das unter der Haut und zwischen den Muskeln abgelagerte, wo es theils zur Polsterung der unterliegenden Weichtheile und zum Schutze gegen äussere Einwirkungen, theils zur Regulirung der Wärmeabgabe, theils zur Ermöglichung geringer Ortsveränderung beweglicher Organe dient: diese Fettmengen werden daher, mag auch der Ernährungszustand noch so sehr sich ändern, nie vollständig vermisst werden, wenn auch begreiflicherweise ihre Quantität bedeutend sinken kann.

Weitaus der grösste Theil des Fettes jedoch hat, wie man aus den neueren Untersuchungen immer mehr und mehr erkannt hat, nur Bedeutung für die im Thierkörper vor sich gehenden Zersetzungen, den Stoffwechsel; dieser Theil unterliegt daher je nach dem Ernährungszustand den grössten Schwankungen und führt, wenn seine Menge bis unter eine gewisse Grenze abnimmt, den Untergang des Körpers, seinen Tod herbei.

Jene früher nicht genügend erkannte Bedeutung besteht darin, dass das im Körper vorhandene oder in der Nahrung zugeführte Fett im Stande ist, das Eiweiss und die eiweissartigen Stoffe, welche im Körper abgelagert sind und an deren Vorhandensein das Leben hauptsächlich geknüpft ist, die aber einem beständigen Zerfall unterliegen, vor dem allzu raschen Zerfall zu schützen, sowie auch den Verlust des Körpers an Fett hintanzuhalten.

Der Körper bedarf deshalb einer fortwährenden Zufuhr von Fett oder fettersparenden Substanzen von aussen. Da diese Zufuhr nicht zu jeder Zeit die gleiche sein kann, ist es unumgänglich nothwendig, dass im Körper ein gewisser Vorrath von Fett existirt, der ihn unabhängig macht von der jeweiligen Zufuhr und so lange dafür eintritt, bis von aussen die für die Ernährung genügende Menge wieder herbeigeschafft wird.

Die Bedeutung dieses Fettvorrathes geht vor allem daraus hervor, dass der fettreichere Organismus den Hunger ungleich länger aushält als der fettarme, und dass nach Verbrauch des Fettvorrathes beim Hunger die Eiweisszersetzung gewaltig ansteigt.

Es ist begreiflich, dass dieser Vorrath unter verschiedenen Bedingungen ausserordentlich verschieden sich gestaltet. Es wird derselbe beeinflusst werden durch alle diejenigen Momente, welche von Einfluss sind auf die Zerstörung des Fettes, vor allem durch die Grösse der Muskelarbeit, dann durch die Temperatur der umgebenden Luft, endlich durch die Menge der fettersparenden Substanzen in der Nahrung und durch die Grösse der Eiweisszersetzung. Diese Momente können je nach gewissen Art-, Racen- und Geschlechtseigenthümlichkeiten verschieden sein. Da die Zersetzungsvorgänge nicht überall die gleichen, vielmehr bei jedem Individuum verschieden sind, so ist der Bedarf an Fett im Körper verschieden und es hat z. B. ein reichlich zersetzender Körper einen grösseren Fettvorrath nöthig als ein solcher, in dem der Stoffumsatz weniger lebhaft vor sich geht.

Der reichlich Zersetzende wird jedoch wiederum unter sonst gleichen Umständen weniger Vorrath sammeln können als der andere, weil eben in ihm fortwährend mehr Fett oder fettgebende Stoffe verbraucht werden.

Für den angestrengt Arbeitenden oder unter Umständen in kalten Klimaten, wo die Zersetzung des Fettes eine grössere ist, ist daher ein grösserer Fettreichthum des Körpers von Bedeutung. In den nämlichen Gegenden wechselt oft unter dem Einfluss des Klimas der Futterreichthum, so dass im Sommer das Thier einen reichlichen Vorrath von Fett zu sammeln vermag, von dem es dann in mageren Zeiten, im Winter, zehrt. Im Winterschlafe, wo das Thier vollkommen von seinem eigenen Eiweiss und Fett lebt, nimmt die im Beginne des Schlafes ausserordentliche Fettmenge nach Maassgabe der Dauer desselben erheblich ab. Für die Unterschiede, welche durch die Art-, Racen- und Geschlechtsverschiedenheiten im Fettgehalte der Thiere gegeben sind, fehlt uns vorderhand eine sichere Erklärung.

An einem und demselben Individuum kommen während der gesammten Lebenszeit, veranlasst durch verschiedene Zufuhr fettbildenden Materials oder durch ungleiche Zerstörung desselben besonders in Folge der Arbeitsleistung, grosse Schwankungen vor. Der im Jugendzustand ziemlich bedeutende Fettreichthum erfährt mit der Entwicklung und Entfaltung der Lebensthätigkeit gewöhnlich eine Minderung; mit dem Nachlass der letzteren nimmt auch der Fettgehalt in der Regel wieder zu und zuletzt mit dem durch das Alter bedingten allgemeinen physiologischen Schwund der Gewebe schwindet auch der grösste Theil des entbehrlich gewordenen Fettes.

Man hat die Fettmenge, die im Durchschnitt im normalen Organismus enthalten ist, früher viel zu niedrig geschätzt. Burdach gibt für dieselbe 5 % des Körpergewichtes an, Moleschott gar nur 3 %. Spätere Forscher haben nach ihren Berechnungen erheblich grössere Werthe erhalten. Beim Menschen macht das Gewicht des Fettes aus den sichtbaren Fettgeweben bereits 9—23 % des Gesammtkörpergewichts aus [1]).

Voit berechnete für einen von E. Bischoff untersuchten stämmigen 33jährigen Arbeiter von 68,65 kg Gewicht das Fett:

---

1) Voit, Lehrbuch des Gesammtstoffwechsels und der Ernährung S. 403 bis 405.

Skelet	2617,2	
Muskeln	636,8	
Gehirn und Rückenmark	226,9	
übrige Organe	73,2	
Fettgewebe	8809,4	(29,92 % Wasser)
	12363,5	= 18 % des ganzen

frischen Körpers oder 44 % seiner Trockensubstanz.

Ebenso wurde berechnet für

22jähriges Mädchen	23 %	(Bischoff)
30jährigen Mann	9 %	(G. v. Liebig)
45 „ „	12 %	(G. v. Liebig)
36 „ „	15 %	(Dursy)
42 „ „	10 %	(Dursy)
neugebornes Mädchen	9 %	(Bischoff),

sämmtlich ziemlich wohlgenährte Individuen.

Lawes und Gilbert haben für Mastthiere noch viel höhere Werthe gefunden.

Es ist, wie ich bereits eingangs kurz erwähnt habe, von vornherein zu erwarten, dass das Fett im Körper nicht gleichmässig auf sämmtliche Gewebe vertheilt sein kann, vielmehr liegt die Vermuthung nahe, dass im Körper gewisse Vorrathskammern bestehen, in die das erübrigte, dem sofortigen Gebrauche nicht anheimfallende Fett abgelagert wird.

Die meisten Organe dienen ja ganz bestimmten physiologischen Zwecken, deren Erfüllung durch den weiteren als Vorrathskammer nur beeinträchtigt werden könnte. In der That sehen wir, dass wenn eine solche anormale Fettaufspeicherung wirklich zu Stande kommt, der Bau und die Leistungsfähigkeit dieser Organe bis zur Unmöglichkeit verändert wird, wie z. B. beim Fettherzen, der Fettleber u. s. w.

Schon die einfache Betrachtung der Thierleichen, wie sie in unsere Küche kommen, bestätigt die Erwartung, die man betreffs der Fettablagerung in bestimmte Gewebe gehegt hat.

Vorzüglich drei Körperregionen erscheinen besonders fettreich: das Bindegewebe unter der Haut, dann das die Muskelbäuche umhüllende und mit den Gefässen und Nerven zwischen sie sich drängende

Bindegewebe, das ich kurzweg das intermuskuläre Bindegewebe nennen will, und das theils zwischen den peritonealen Blättern des Mesenteriums und retroperitoneal gelegene lockere Bindegewebe, das Fettgewebe der Bauchhöhle.

In geringerem Grade ist dann noch Fett in der Muskulatur selbst, in den Knochen und unter dem Epicardium des Herzens abgelagert, wogegen die übrigen Körpertheile, die Eingeweide und die eigentliche Haut, sich geradezu fettarm präsentiren.

Man war somit vollkommen berechtigt, in den obigen Regionen die Vorrathskammern, die Fettdepots des Körpers zu erblicken.

Später hat Forster[1]) durch das Experiment bewiesen, dass im Unterhautzellgewebe wenigstens bei Tauben ein solches Depot vorhanden ist. Forster wurde bei seiner damaligen Untersuchung gleichzeitig von einem andern Gedanken geleitet.

Wenn nämlich ein Thier fett wird, kann es dies auf zweierlei Weise: entweder durch reichliche Zufuhr von Fett, so dass ein Ueberschuss im Körper vorhanden ist, oder durch Ersparung von dem innerhalb des Körpers aus Eiweiss sich abspaltenden Fett durch Ernährung mit Stoffen, die sowohl Fett als Eiweiss schützen, und auch selbst zu Fett werden können, also mit Kohlehydraten. Das auf erstere Art erworbene Fett wird aller Wahrscheinlichkeit nach sofort in den Depots untergebracht; jedoch blieb zu eruiren, ob das in den Zellen aller Organe gebildete Fett an Ort und Stelle sich aufspeichert oder als deren Function störend ebenfalls in den Vorrathskammern zur Ablage kommt.

Dieser Gedanke erfuhr in dem erwähnten Versuche von Forster eine vollkommene Bestätigung: alles Fett, gleichgültig auf welche Weise erworben, wurde bei den Tauben fast nur im Unterhautbindegewebe abgesetzt, so dass nicht der geringste Zweifel bestehen kann, dass dieses Gewebe für den Körper ein Fettreservoir darstellt.

Sicher bestehen jedoch auch in den andern beiden Theilen, dem intermuskulärem Bindegewebe und der Bauchhöhle, wenn auch kleinere Reservoire.

---

1) Zeitschrift f. Biol. Bd. 12 S. 448 ff., Ueber den Ort des Fettansatzes im Thierkörper.

Unter günstigen Bedingungen können die Fettreservoire ganz enorm angefüllt werden, so dass das Unterhautbindegewebe eine viele Centimeter dicke Fettschichte darstellt, das intermuskuläre Bindegewebe in breiten gelblich-weissen Schichten zwischen den Muskeln liegt, die selbst nur zarten rothen Bündeln gleichen, und das Gekröse wie besäet ist mit kleinen lappigen Fetthaufen, die Nierenkapsel zu einem grossen Fettklumpen wird.

Man kann diese Fettansammlung künstlich erzeugen durch überreichliche Fütterung mit Fett und Fettgeneratoren, durch systematische Mästung. Wenn solche Mast lange Zeit fortdauert, z. B. bei zur Erhaltung von Fettlebern gemästeten Gänsen, so treten auch in den übrigen Organen Fettansammlungen auf, die zwischen und um die Organzellen sich ausbreitend diese in ihrer Energie lähmen und schliesslich zum Schwunde bringen.

In solchen Fällen gewinnt die Fettanhäufung im gesammten Organismus bereits einen abnormen, pathologischen Charakter. Ebenfalls pathologisch ist jene Art von Verfettung des Körpers, wobei hauptsächlich Fett in den Organzellen selbst auftritt. Dieses Fett resultirt wahrscheinlich aus einem rapiden Zerfall des Organeiweisses, meist unter dem Einfluss von Giftstoffen, die dem Körper einverleibt wurden, und man beobachtet dabei keine oder nur geringe Aufspeicherung in den Fettkammern, häufig sogar einen raschen Schwund des Fettgewebes [1]).

Beide Erscheinungsweisen von grösseren Fettmengen im Körper finden sich ziemlich häufig auch beim Menschen. Die letztere Form, die fettige Degeneration, führt wegen der Vernichtung der Organe zu einem gewöhnlich raschen Ende, während die erstere selten jenen perniciösen Ausgang zur Folge hat, immerhin aber bedeutende Störungen im Organismus setzen kann, indem sie die Functionen seiner Theile nicht unwesentlich beeinträchtigt.

Gegen die Fettleibigkeit, wie man diese Art von Fettanhäufung nennt, hat man schon seit langer Zeit seitens der Aerzte angekämpft. Man ist frühe schon zur Erkenntniss gekommen, dass sie ihre Ursache

1) Vergl. R. v. Hösslin', Ueber den Wasser- und Fettgehalt der Organe bei verschiedenen pathologischen Zuständen. München. Inaugural-Dissertation S. 2.

in einer allzureichlichen Zufuhr oder einer zu geringen Zerstörung von Fett und Fettbildnern hat und hat deshalb der Ernährung solcher Menschen grössere Aufmerksamkeit geschenkt. Die früheren Entfettungskuren waren bei den ungenügenden Vorstellungen über den Stoffwechsel zum Theil recht unzweckmässig, zum Theil bei längerer Fortsetzung der Kur geradezu von schädlicher Wirkung.

Mit der besseren Einsicht in das Wesen des Stoffumsatzes im Thierkörper hat man erkannt, dass bei den Entfettungskuren Fett oder Kohlehydrate noch zugeführt werden dürfen, jedoch nur soviel, dass der Körper noch Fett verliert. Die Kohlehydrate sind in dieser Beziehung weniger gefährlich als das Fett.

Seit den Arbeiten über die Ernährung des Menschen und der Thiere durch Bischoff, Pettenkofer und Voit sind zahlreiche Untersuchungen über die Bestandtheile des Körpers angestellt worden und nicht zum Wenigsten über das Fett, über seine Ablagerung, über die verschiedenen Fette, die in den verschiedenen Thieren und ihren Organen vorkommen und wiederum über die verschiedene Zusammensetzung dieser Fette.

Immerhin fehlen noch nähere Angaben über die im Thierkörper unter verschiedenen Umständen abgelagerten Fettmengen. An der Hand solcher Zahlen könnte man vielleicht auch Ueberblicke gewinnen über die Verschiedenheiten der einzelnen Individuen wie Arten sowohl im Gesammtfettgehalt als in dem der einzelnen Organe.

In diesem Sinne ward mir von Herrn Prof. Voit die Aufgabe, quantitative Untersuchungen über den Fettgehalt verschiedener Thiere zu machen und ich erlaube mir im Folgenden die Resultate mitzutheilen.

Ich glaubte bei dieser Arbeit mehrere Punkte berücksichtigen zu müssen und habe sie daher so gegliedert, dass zunächst die Art und Grösse der Fettablagerung überhaupt, dann das Verhältniss zwischen fettem und magerem Thier, endlich auch der Fettverlust beim Hunger in Betracht gezogen wird.

Von grossem Interesse ist es weiter zu wissen, wie sich das Blut, das ja als Träger des gesammten Ernährungsmaterials dient, bezüglich seines Fettgehaltes verhält; ob es wesentlichen Schwankungen

überhaupt oder bloss zu gewissen Zeiten, vorzüglich denen der Resorption des von aussen zugeführten Fettes, unterworfen ist.

Ferner glaubte ich auch dem Verhältniss zwischen Wasser- und Fettgehalt der Organe Beachtung schenken zu sollen; es war ja zu erwarten, dass sich hier Unterschiede ergeben werden, während die Constanz der übrigen festen Bestandtheile als Bedingung für ein physiologisches Verhalten anzunehmen ist.

Ich beschloss daher, mehrere Thiere verschiedener Gattung — dabei konnte man feststellen, ob den einzelnen Gattungen gewisse Eigenthümlichkeiten zukommen — genau auf den Fettgehalt ihrer Organe zu untersuchen.

Es wäre möglicherweise besser gewesen, die Versuche an Menschen zu machen, allein bei der grossen Schwierigkeit, die Leichen von Menschen, die plötzlich auf gewaltsame Weise gestorben, bei denen also noch keine krankhaften Veränderungen in den Organen vor sich gegangen sind, zu erhalten, und in Anbetracht der Unbequemlichkeiten, die aus der Verarbeitung so grosser Massen erwachsen, musste ich mich auf Thierversuche beschränken. Die gleichen Gründe bestimmten mich auch in der Wahl der kleineren Thiere, die ausserdem noch den Vortheil boten, dass der Fettgehalt durch Aenderung der Ernährung in Kurzem in gewünschter Weise herzustellen war.

Methode der Untersuchung.

Die Thiere wurden zunächst nach dem äusserlichen Ansehen auf ihren Fettgehalt geschätzt. So kam ich in den Besitz von zwei fetten Hunden und Hühnern und je einem magern Thier dieser Gattung. Die beiden Kaninchen, die ich gleichfalls untersuchen wollte, boten äusserlich weder nach der einen Seite noch nach der andern ein wünschenswerthes Extrem. Ich setzte sie deshalb einer mehrmonatlichen Mast aus, bei der beide ziemlich gleichmässig zunahmen, schlachtete dann das grössere und liess das kleinere von da ab noch 13 Tage hungern, worauf es ebenfalls geschlachtet wurde.

Sämmtliche Thiere wurden durch Verbluten aus der Carotis getödtet, um die grösste Menge des Blutes zu erhalten; nur bei der mageren Henne musste, da während des Aufsuchens der Carotis der Tod eintrat, hiervon abgesehen werden. Doch erhielt ich auch hier

durch das Durchschneiden sämmtlicher Halsgefässe noch eine erhebliche Menge Blutes.

Hierauf wurde die Haut möglichst frei vom Unterhautbindegewebe abpräparirt, was bei den fetten Hunden nur unvollkommen gelang. Die Hennen wurden gebrüht, rasch gerupft und die sehr dünne Haut mitsammt dem Unterhautbindegewebe entfernt.

Die Thiere wurden dann ausgewaidet und der Körper rasch in einzelne Theile zerlegt. Diese Theile waren: Muskeln, Knochen, intermuskuläres Bindegewebe, Fettgewebe der Bauchhöhle, Leber, Herz; dazu noch Haut, Blut und Unterhautbindegewebe.

Alles übrige, also Nieren, Lungen, Augen, Geschlechtstheile etc. habe ich unter Rest zusammengefasst. Der vorher entleerte Darm kam zum Fettgewebe der Bauchhöhle, der Magen zum Rest mit Ausnahme der Muskelmägen der Hühner, die ich zu den Muskeln einbezog.

Gehirn und Rückenmark wurden nicht berücksichtigt. Sie enthalten trocken nach Voit[1]) 41 % Aetherextract und zeigen auch beim Hunger nur minimale, kaum nennenswerthe Schwankungen.

Die einzelnen Theile wurden sofort gewogen und bei 100 ° im Trockenschranke getrocknet; von den fein zerwiegten Muskeln nur eine Probe von 200 bis 300 g[2]).

Haut und Knochen wurden im Papin'schen Topf ausgekocht und in der abgedampften Brühe sowie im Rückstand je eine genaue Fettbestimmung gemacht; die vollständig wasserfreien Organe wurden gepulvert und in kleinen Proben das Fett bestimmt. Beim Blut anfangs durch gewöhnliches Extrahiren im Kölbchen, später nach dem Soxhlet'schen Verfahren.

Bei den sehr fettreichen Organen wurde das Fett, das bei 100 ° ausschmolz, abgegossen und bei 110 ° entwässert.

Aus dem Rückstand konnte über freiem Feuer noch viel Fett gewonnen werden, aus dem Reste von dieser Behandlung wurden mit Aether die letzten Fettmengen extrahirt.

Auf diesem Wege erhielt ich wohl ziemlich genaue Resultate. Bemerken muss ich, dass ich in allen Fällen das trockene Aether-

1) Zeitschrift f. Biol. Bd. 2 S. 353 u. 354: Voit, Ueber die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung beim Hungern.

2) Auf diese Weise waren grössere Wasserverluste zu vermeiden.

extract gleich Fett setzte, da ja die Verunreinigungen durch andere Stoffe, die löslich in Aether sind wie Cholestearin etc., nur geringgradige sind.

Versuchsprotokolle.

Ich bringe zunächst die absoluten Zahlen und zugleich einige Notizen über die untersuchten Thiere:

I. Hunde.

1. fetter Hund. Kleiner, langhaariger, sehr fetter Hund (Männchen), der, da er früher bereits zu experimentellen Untersuchungen verwendet wurde, lange Zeit im Käfig gehalten war. Erhielt am Tage vor dem Versuch noch Futter.

Gewicht: 3900 g.

Organe	frisch	trocken	Fett	trocken fettfrei
	g	g	g	g
Blut	132,0	(25,08) [1]	—	—
Herz	42,2	10,74	3,71	7,03
Leber	99,9	29,06	4,34	24,72
Muskel	1505,2	478,10	164,54	313,56
Knochen	407,5	252,85	36,29	216,56
intermuskuläres Bindegewebe	137,9	112,55	103,75	8,80
Bauchhöhle	307,9	160,61	129,01	31,60
Haut	432,5	258,85	93,41	165,44
Unterhautbindegewebe	328,6	271,62	252,52	19,10
Rest	115,7	31,80	7,03	24,77
Summa	3509,4	1631,26	794,60	836,66

Gehirn . . . . . 67,5 g [2],
ca. 240,0 g Verlust durch Harn, Koth, Rückenmark,

3816,9 g, somit noch Verlust durch Wasserverdunstung = 2,13 %.

2. fetter Hund. Kleiner, zottiger, äusserlich für mager zu haltender Hund, erwies sich noch recht fett. Hunger seit 19 Tagen. Wasseraufnahme frei, desgleichen Körperbewegung (Männchen).

Gewicht: 4790 g.

1) berechnet mit 81 % Wasser.
2) enthält im Mittel 74,5 % Wasser.

Organe	frisch	trocken	Fett	trocken fettfrei
	g	g	g	g
Blut	245,0	38,48	0,17	38,31
Herz	53,6	12,44	3,09	9,35
Leber	139,7	38,90	8,57	30,33
Muskel	1619,4	506,90	178,65	328,25
Knochen	657,5	346,67	53,28	293,39
intermuskuläres Bindegewebe	176,3	117,54	99,57	17,97
Bauchhöhle	368,2	131,10	84,78	46,32
Haut	864,0	533,98	242,19	291,79
Unterhautbindegewebe	236,0	182,26	166,38	15,88
Rest	164,8	37,70	10,82	26,88
Summa	4524,5	1945,97	847,50	1098,47

Gehirn . . . . . 71,6 g,
4596,1 [1]).

Verlust durch Harn, Koth, Rückenmark, Verdunstung = 4,05 %.

3. magerer Hund. Windspiel, Männchen, sehr mager, hatte einige Wochen vorher zu einem Blutdruckversuche gedient und hiebei viel Blut verloren. Seine Nahrung in der letzten Zeit war:

von 1. bis 4. Januar . . . Fleisch in reichlicher Menge,
„ 5. Januar bis 22. Februar, gemischtes Futter,
„ 23. Februar bis 12. März täglich 300 g Fleisch,
13. März . . . . . Hunger,
14. März . . . . . Tod.

Wasseraufnahme und Bewegung frei.

Gewicht: 10650 g, nach dem Verbluten: 9770 g.

Organe	frisch	trocken	Fett	trocken fettfrei
	g	g	g	g
Blut	789,0	210,00	0,63	209,37
Herz	101,5	26,12	5,72	20,40
Leber	194,5	63,20	5,22	57,98
Muskel	5020,5	1361,12	125,70	1235,42
Knochen	1552,1	898,87	137,62	761,25
intermuskuläres Bindegewebe	479,0	309,99	238,45	71,54
Bauchhöhle	519,5	240,00	166,82	73,18
Haut	922,6	467,36	67,38	399,98
Unterhautbindegewebe	325,0	239,20	204,40	34,80
Rest	369,4	92,75	12,64	80,11
Summa	10273,1	3908,61	964,58	2944,03

1) Der grösste Theil des Harns und Kothes ging in der Agone ab.

Summa von S. 350:	10273,1 g		
Gehirn	72,8 g	Gewicht des todten Thieres .	9770 g
Galle	9,0 g	Blut	789 g
Darminhalt	36,0 g		10650 g — 10559 g =
Oesophagusinhalt . .	5,0 g	91 g Verlust durch Harn und Koth während	
Rückenmark . . .	21,9 g	der Agone.	
	10417,8 g		
. . . . .	91,0 g		
	10508,8 g,	somit Verlust durch Wasserverdunstung =	

1,33 %.

II. Kaninchen.

Die beiden Kaninchen wurden während 83 Tagen jedes täglich mit 250 ccm Milch, 30 g Heu, 2 Semmeln, 10 g Schmalz gefüttert. Anfangs frassen sie fast nichts, später mit Vorliebe das Heu, das sie aus dem Gemische heraussuchten. Dabei nahmen sie bedeutend an Gewicht zu.

	fettes	mageres	
Beginn der Fütterung 25. April	1978 g	1778 g	Gewicht
am 4. Mai	1885 g	1732 g	„
„ 5. Juni	2117 g	1941 g	„
„ 17. Juli	2425 g †	2211 g	„

1. fettes Kaninchen. Gewicht: 2425 g.

Organe	frisch	trocken	Fett	trocken fettfrei
	g	g	g	g
Blut	49,8	9,04	0,014	9,03
Herz	7,6	2,16	0,59	1,57
Leber	90,2	21,30	2,53	18,77
Muskel	937,3	261,06	41,33	219,73
Knochen	190,6	110,21	18,60	91,61
intermuskuläres Bindegewebe	67,1	48,17	41,50	6,67
Bauchhöhle	240,0	140,50	124,50	16,00
Haut	303,1	118,46	7,98	110,48
Unterhautbindegewebe . .	126,5	95,77	85,30	10,47
Rest	47,3	11,25	2,57	8,68
Summa	2059,5	817,92	324,91	493,01

Gehirn	9,0 g
Darm- und Mageninhalt . . .	169,0 g
	2237,5 g

Verlust durch Harn und Koth (während der Agone), Rückenmark und Verdunstung = 7,73 %.

2. mageres Kaninchen. Gewicht nach 13tägigem Hunger am 1. August: 1617 g (Abnahme bei Hunger = 594 g).

Organe	frisch	trocken	Fett	trocken fettfrei
	g	g	g	g
Blut	41,5	8,80	0,03	8,77
Herz	4,96	1,09	0,28	0,81
Leber	42,98	13,41	4,40	9,01
Muskel	703,0	188,82	24,78	164,04
Knochen	171,2	100,60	16,10	84,50
intermuskuläres Bindegewebe	34,6	22,65	18,72	3,93
Bauchhöhle	113.0	41,94	28,60	13,34
Haut	262,0	110,63	3,09	107,54
Uuterhautbindegewebe	51,0	32,84	26,17	6,67
Rest	47,3	12,60	3,98	8,62
Summa	1471,5	533,38	126,15	407,23
Gehirn	9,8 g			
Darminhalt	70,0 g			
	1551,3 g			

Verlust durch Harn und Koth (in der Agone), Rückenmark, Verdunstung = 4,06%.

III. Hühner.

1. fette Henne. Grosse, sehr fette Henne, im Eierlegen. Wurde noch am Todestage gefüttert.

Gewicht: 3096 g.

Organe	frisch	trocken	Fett	trocken fettfrei
	g	g	g	g
Blut	63,9	10,94	0,67	10,27
Herz	16,5	5,81	3,54	2,27
Leber	90,9	27,60	10,22	17,38
Muskel	915,0	242,17	45,71	196,46
Knochen [1]	313,0	(193,10)	(41,31)	(151,79)
intermuskuläres Bindegewebe	67,5	43,20	34,50	8,70
Bauchhöhle	395,0	352,13	344,10	8,03
Haut und Bindegewebe	536,2	280,35	238,60	41,75
Rest	217,0	54,40	13,76	40,64
Summa	2615,0	1209,70	732,41	477,29
Eier	93,6 g			
	2708,6 g			

Verlust durch Koth, Federn, Gehirn und Rückenmark, Wasserverdunstung = 12,51%.

1) Knochen verbrannten beim Auskochen. Zahlen berechnet nach den bei der zweiten Henne gefundenen.

2. fette Henne. Bis zum Augenblick des Todes reichlich mit Weizen gefütterte grosse, sehr fette Henne. Eier noch ziemlich klein. Gewicht: 2632 g, nach dem Verbluten und Rupfen: 2427 g.

Organe	frisch	trocken	Fett	trocken fettfrei
	g	g	g	g
Blut	64,5	11,33	0,07	11,26
Herz	6,3	1,61	0,53	1,08
Leber	53,1	16,50	4,23	12,27
Muskel	995,5	269,80	39,05	230,87
Knochen	241,5	149,02	31,87	117,15
intermuskuläres Bindegewebe	59,5	42,80	36,07	6,73
Bauchhöhle	343,1	285,26	270,78	14,48
Haut und Bindegewebe	402,4	276,60	228,80	47,80
Rest	84,4	20,80	6,27	14,53
Summa	2250,3	1073,72	617,67	456,05

Federn	140,5 g		
Gehirn	3,3 g	Gewicht vor dem Tode	2632,0 g
Eier	10,4 g	Blut	64,5 g
Galle	1,8 g		2567,5 g
Darminhalt	44,0 g	Gewicht nach Rupfung	2427,0 g
Magen-, Kropfinhalt	87,5 g	Federn	140,5 g
	2537,8 g		

Verlust durch Rückenmark, Wasserverdunstung = 3,58%.

3. magere Henne. Kleines, altes, äusserst abgemagertes Thier. Hatte mehrere Tage gehungert. Magen ganz, Darm fast leer. Gewicht: 740 g.

Organe [1]	frisch	trocken	Fett	trocken fettfrei
	g	g	g	g
Blut	20,5	3,59	0,05	3,54
Herz	2,7	0,85	0,33	0,52
Leber	16,0	4,53	0,49	4,04
Muskel	272,5	75,11	10,81	64,30
Knochen	142,8	81,10	5,27	75,83
Bauchhöhle	56.4	13,71	4,92	8,79
Haut und Bindegewebe	46,8	20,24	8,60	11,64
Rest	38,2	8,35	1,49	6,86
Summa	595,9	207,48	31,96	175,52

Verlust überhaupt: 19,47% [2].

1) Intermuskuläres Bindegewebe fehlte vollkommen.

2) Ich habe leider bei den meisten Thieren die Abfälle wie Koth, Harn etc. zu wiegen vergessen, daher die Verluste durch Verdunstung von Wasser während

Obige absolute Zahlen gestatten bereits einen Einblick in die Verschiedenheiten der Ablagerung des Fettes, die Bevorzugung einzelner und das Zurückstehen anderer Organe.

Einen genaueren Einblick werden jedoch erst die procentischen Werthe ermöglichen, die ich deshalb sofort anführen will.

Da ein weiterer Zweck der Untersuchung der ist, die Unterschiede zwischen den einzelnen Individuen klar zu legen, so trenne ich bereits jetzt die fetten von den mageren.

Es sind in den einzelnen Organen an Fett in Procenten enthalten:

Reihe der fetten Thiere.

Organe	% Fett	1. fetter Hund	2. fetter Hund	1. fettes Kaninchen	1. fette Henne	2. fette Henne
Herz	frisch	8,79	5,77	7,76	21,42	8,41
	trocken	34,54	24,84	27,31	60,93	32,92
Leber	frisch	4,34	6,13	2,80	11,24	7,97
	trocken	14,93	22,03	11,88	37,03	25,64
Muskel	frisch	10,93	11,03	4,41	4,99	3,92
	trocken	34,42	35,24	15,83	18,88	14,47
Knochen	frisch	8,91	8,10	9,76	—	13,19
	trocken	14,35	15,37	16,88	—	21,39
intermuskuläres Bindegewebe	frisch	75,24	56,48	61,85	51,11	60,62
	trocken	92,18	84,71	86,15	79,86	84,28
Bauchhöhle	frisch	41,89	23,03	51,88	87,11	78,92
	trocken	80,33	64,67	88,61	97,72	94,92
Haut	frisch	21,59	28,03	2,63		
	trocken	36,09	45,36	6,74		
Unterhautbindegewebe	frisch	76,85	70,50	67,43	44,49	56,86
	trocken	92,97	91,29	89,07	85,11	82,72
Rest	frisch	6,08	6,57	5,44	6,34	7,43
	trocken	22,11	28,70	22,84	25,29	30,14

des Zergliederns nur bei wenigen genau festzustellen sind; doch glaube ich, dass bei der raschen Verarbeitung dieselben 2% des Körpergewichtes nicht übersteigen. Erfahrungsgemäss sind diese Verluste fast nur auf Rechnung der Muskeln zu setzen. Ohlmüller hat 2,3—3,3% Wasserverlust gefunden (Zeitschrift f. Biol. Bd. 18 S. 85).

Reihe der mageren Thiere.

Organe	% Fett	3. magerer Hund	2. mageres Kaninchen	3. magere Henne
Herz	frisch	5,64	5.65	12,22
	trocken	21,89	25,69	38,82
Leber	frisch	2,68	10,24	3,06
	trocken	8,26	32,81	10,82
Muskel	frisch	2,50	3,52	3,97
	trocken	9,24	13,21	14,39
Knochen	frisch	8,87	9,40	3,69
	trocken	15,31	16,00	6,49
intermuskuläres Bindegewebe	frisch	49,78	54,10	—
	trocken	76,92	82,65	—
Bauchhöhle	frisch	32,11	25,31	8,72
	trocken	69,51	68,19	35,88
Haut	frisch	7,30	1,18	
	trocken	14,42	2,79	
Unterhautbindegewebe	frisch	62.89	51,31	18,38
	trocken	85,45	79,69	42,49
Rest	frisch	3,42	8,41	3,90
	trocken	13,63	31,59	17,84

Ergebnisse der Versuche.

1. In welchen Organen ist das meiste Fett abgelagert?

Betrachtet man obige Werthe ohne Rücksicht auf den Gesammtgehalt des Körpers an Fett, d. h. stellt man lediglich die Frage, welche Organe im Thierkörper vorzüglich der Sitz der Fettablagerung sind, also Fettdepots im früher angegebenen Sinne darstellen, so stossen wir auf ein Resultat, das allerdings mit der Erwartung und der gewöhnlichen Erfahrung vollkommen übereinstimmt. Es sind besonders drei Organe, die gegenüber den übrigen so enorme und constante Unterschiede zeigen, dass an ihrer Bedeutung als Fettdepots nicht zu zweifeln ist, nämlich das intermuskuläre Bindegewebe, das Fettgewebe der Bauchhöhle und das Unterhautbindegewebe, während von den übrigen Organen einzelne unter gewissen Umständen zwar auch eine erhebliche Fettmenge beherbergen können,

wie Herz, Leber, Muskeln, ohne dass dieselbe jedoch eine Höhe erreicht, die jenen den Charakter als Fettkammern zu ertheilen vermöchte.

Die grösste Menge Fettes, die diese Organe aufnehmen können, beträgt für das Herz im frischen Zustande 21,42 % (60,93 % im trockenen Zustand), für die Leber 11,24 % (37,03 %), für die Muskeln 11,03 % (35,24 %), im Durchschnitt bleibt jedoch der Fettgehalt weit hinter diesen Zahlen zurück, denn er beträgt im Mittel nur

	%	%
für das Herz	7,75	(29,4),
für die Leber	5,32	(18,05),
für die Muskeln	4,89	(17,21);

bei den fettreichen Theilen dagegen beträgt das Mittel etwa

	%	%
für das intermuskuläre Bindegewebe	59,9	(84,97),
für die Bauchhöhle	52,87	(83,21),
für das Unterhautbindegewebe . .	64,31	(87,77),

und als die minimale Grenze, abgesehen von dem nahezu fettlosen Huhn (wo die Werthe 0, 8,72 %, 18,38 % für die frischen Gewebe sind) ergibt sich

	%	%
für das intermuskuläre Bindegewebe	49,78	(76,92),
für die Bauchhöhle	23,03	(64,67),
für das Unterhautbindegewebe . .	44,49	(79,69),

somit im frischen Organe das 2—4fache der maximalen Fettmenge der im Fettgehalt zunächst stehenden Organe.

Die Fettreservoirs sind, was den Procentgehalt an Fett anlangt im Mittel nicht sehr von einander verschieden [intermuskuläres Bindegewebe 58,45 % (84,25 %), Bauchhöhle 56,12 % (74,97 %), Unterhautbindegewebe 56,34 % (82,35 %)]; der absoluten Masse nach ist das Reservoir im Unterhautbindegewebe weitaus das grösste, ihm zunächst steht die Bauchhöhle, die kleinste Fettkammer repräsentirt das intermuskuläre Bindegewebe.

Von den übrigen Organen betheiligen sich das Skelet und die unter „Rest“ zusammengefassten nur mässig an der Fettaufnahme. Fast fettfrei erscheint die eigentliche Haut; die grossen Zahlen im

Fettgehalte derselben bei den Hunden finden ihre Erklärung in dem bereits eingangs erwähnten Umstand, dass die Trennung der Haut vom Unterhautbindegewebe eben nicht so rein auszuführen war, als es wünschenswerth erschien. Bei den Kaninchen, wo die Trennung leicht von Statten ging, erscheint daher die Haut fast fettfrei, was ja auch im anatomischen Bau seine Begründung findet.

2. Unterschied in der Fettablagerung beim fetten und mageren Thier.

Nachdem vorerst einfach constatirt wurde, in welchen Organen überhaupt sich mit Vorliebe eine grössere Fettmenge ansammelt, erübrigt noch zu erfahren, welche Unterschiede in der Ablagerung bei fetten und mageren Thieren vorhanden sind.

Hierbei sind folgende Fragen zu beantworten:

a) Nehmen bei der allgemeinen Fettzunahme alle Organe an Fett zu oder sind es wiederum die fettreichen, die eine hauptsächliche Mehrung ihrer Fettmenge erfahren?

b) oder nehmen die fettarmen Organe erst zu, wenn die Aufnahmsfähigkeit der fettreichen bereits erschöpft ist? ferner

c) existirt eine Reihenfolge? und in welcher betheiligen sich die Organe an der Fettaufnahme?

d) welches sind die Grenzwerthe für den Fettgehalt beim fetten und mageren Thier?

ad a. Im Allgemeinen erweisen sich alle Organe an der Fettaufnahme betheiligt, jedoch nicht so, dass alle eine gleichmässige Mehrung erleiden, sondern hauptsächlich die fettreichen Gewebe und unter ihnen wieder besonders die Bauchhöhle und das Unterhautbindegewebe. Das intermuskuläre Bindegewebe erscheint gleich anfangs, sobald es eine wägbare Menge darstellt, ziemlich fettreich, nimmt jedoch nur wenig mehr zu. Die übrigen Organe, die zum Theil ein recht auffallendes und von der sonstigen Ablagerung vollkommen abweichendes Verhalten zeigen (ich nenne das Herz der mageren Henne, die Leber des mageren Kaninchens), sind doch im Grossen und Ganzen nur in geringem Grade zum Fettansatze geeignet.

Den Knochen scheint unter den gegebenen Bedingungen jene Fähigkeit vollständig abzugehen, ebenso der Haut. Die Unterschiede, welche die ersteren bei den Hühnern zeigen, werden bei der Betrachtung der Unterschiede zwischen den Thierarten erörtert werden.

ad b. Zur Beantwortung dieser Frage ist die Kenntniss des gesammten Fettgehaltes der Thiere erforderlich.

Ich habe ihn berechnet:

für 1. fetten Hund auf . . . . 22,6 %
„ 2. „ „ „ . . . . 18,7 %
„ 1. fettes Kaninchen auf . . . 15,7 %
„ 1. fette Henne auf . . . . 28,0 %
„ 2. „ „ „ . . . . 27,5 %
„ 3. mageren Hund auf . . . 9,4 %
„ 2. mageres Kaninchen auf . . 8,6 %
„ 3. magere Henne auf . . . 5,4 %

Hiernach können bloss die fetten Thiere verglichen werden, da die Frage ja einen gewissen Fettgehalt bereits voraussetzt.

Ihr Fettgehalt zeigt ein ziemlich gleichmässiges Ansteigen.

Organe	fettes Kaninchen	2. fetter Hund	1. fetter Hund	2. fette Henne	1. fette Henne
	%	%	%	%	%
Herz	7,76	5,77	8,79	8,41	21,42
Leber	2,80	6,13	4,34	7,97	11,24
Muskel	4,41	11,03	10,93	3,92	4,99
Knochen	9,76	8,10	8,91	13,19	—
Rest	5,44	6,57	6,08	7,43	6,34
Haut	2,63	28,03	21,59	—	—
intermuskuläres Bindegew.	61,85	56,48	75,24	60,62	51,11
Bauchhöhle	51,88	23,03	41,89	78,92	87,11
Unterhautbindegewebe .	67,43	70,50	76,85	56,86 [1])	44,49 [1])
Gesammtfettgehalt	15,7 %	18,7 %	22,6 %	27,5 %	28 %

Die Tabelle lässt allerdings, wenn man von einigen vielleicht durch die Thierart bedingten Ausnahmen absieht (Muskeln der Hunde), wenigstens für Herz und Leber, jedoch kaum für die Muskeln ein etwas

1) Wegen der Beimischung der Haut offenbar zu niedrig.

stärkeres Anwachsen ihres Fettgehaltes bei grossem Fettgehalt des Gesammtkörpers ersehen; allein es bleibt doch zu berücksichtigen, dass wir ja gar nicht wissen, ob bei den Fettkammern bereits eine überreichliche Füllung vorhanden ist.

Das intermuskuläre Bindegewebe zeigt zwar trotz des allgemeinen Fettzuwachses keinen Zuwachs mehr, die beiden andern aber einen so bedeutenden, dass es fraglich erscheint, ob sie nicht einen noch grösseren erleiden können. Jedenfalls wäre es gewagt, da es unmöglich ist, wenigstens vorderhand, über den Eintritt oder die Gegenwart der Ueberfüllung etwas auszusagen, auf Grund der wenigen positiven Zahlen die oben gestellte Frage zu bejahen, wiewohl es sehr verlockend ist anzunehmen, dass erst die Depots gefüllt werden und nur bei deren Ueberfüllung das Fett in den übrigen Organen Aufnahme findet. Wenigstens hat Forster[1]) angegeben, dass man, freilich nur auf gröbere Untersuchungen (bei Mastthieren) gestützt, dieser Annahme huldigt; gelungen ist der sichere Nachweis nicht. Somit fällt überhaupt die Wahrscheinlichkeit einer gewissen Reihenfolge für die Füllung der Organe fort (ad c).

Doch macht es den Eindruck, als ob eine solche für die fettreichen Gewebe, hauptsächlich beim Uebergang von mager zu fett, statthat.

Am raschesten weist das intermuskuläre Bindegewebe einen starken Fettgehalt auf, langsamer das Unterhautbindegewebe. Das Reservoir der Bauchhöhle scheint lange Zeit ziemlich leer zu bleiben, erreicht aber schliesslich einen Gehalt, der weit höher steht als der der beiden andern.

ad d. Folgendes sind die Grenzen, innerhalb deren der Fettgehalt der einzelnen Organe bei fetten und mageren Thieren schwankt. (Die Zahlen in Klammern bedeuten die Procente der trockenen Substanz.)

Organe	fettes Thier	mageres Thier
Herz . . .	5,77 (24,84) bis 21,42 (60,93)	5,64 (21,89) bis 12,22 (38,82)
Leber . . .	2,80 (11,88) „ 11,24 (37,03)	2,68 (8,26) „ 10,24 (32,81)
Muskeln . .	3,92 (14,47) „ 11,03 (35,24)	2,50 (9,24) „ 3,97 (14,39)

1) a. a. O. S. 462.

Organe	fettes Thier	mageres Thier
Knochen . .	8,10 (14,35) bis 13,19 (21,39)	3,69 (6,49) bis 9,40 (16,0)
intermuskuläres Bindegewebe	51,11 (79,86) „ 75,24 (92,18)	0 „ 54.10 (82,65)
Bauchhöhle .	23,03 (64,67) „ 87,11 (97,72)	8,72 (35,88) „ 32,11 (69,51)
Unterhaut-bindegewebe	44,49 (82,72) „ 76,85 (92,97)	18,38 (42,49) „ 62,89 (85,45)
Rest . . .	5,44 (22,11) „ 7,43 (30,14)	3,42 (13,63) „ 8,41 (31,59)

3. Existiren im Fettgehalte Unterschiede zwischen den einzelnen Thierarten?

Es fallen hier einige Abweichungen in die Augen, die jedoch nicht so bedeutend sind, dass sie als Eigenthümlichkeiten der Thierart aufzufassen sind, wie z. B. bei dem Herz und der Leber der Hennen, die viel fettreicher sind als die aller anderen Thiere.

Dieselbe Eigenthümlichkeit findet sich allerdings auch bei den Gänsen, besonders bei längerer Mast; — dann bei den Muskeln der fetten Hunde, die ebenfalls viel mehr Fett enthalten als die der anderen Tiere.

Ein sonderbares Verhalten bieten dagegen die Knochen. Sie zeigen, wie wir gefunden, in unseren nur kleine Schwankungen im Fettgehalt, was ja zum Theil aus der in eine starre Form gebrachten Zusammensetzung aus anorganischen und organischen Stoffen, die keine Volumsvergrösserung duldet, erklärlich wird.

Abweichend davon erscheinen die Knochen der Hühner im Fettgehalte. Es ist dies wohl darauf zurückzuführen, dass bei den Säugethieren in der Markhöhle und den Zellen der Spongiosa nur beschränkter Raum für Fett vorhanden ist, während die lufthaltigen Knochen der Vögel ihren Fettgehalt auf Kosten ihres Luftgehaltes zweifelsohne vermehren können.

Gleichfalls verschieden verhält sich die Bauchhöhle bei den Hennen. Sie steht in ihrem Fettgehalte weit über dem Unterhautbindegewebe. Forster[1]) hat bei Tauben dagegen eine äusserst geringe Fettmenge in der Bauchhöhle gefunden, und eine viel grössere im Unterhautbindegewebe. Ob dies eine specifische Eigenthümlichkeit

1) Zeitschrift f. Biol. Bd. 12 S. 460.

der Hühner ist oder ob die Thätigkeit der Geschlechtsdrüsen — die Ovulation — den Fettreichthum bedingt oder ob schliesslich bloss der grosse Fettgehalt der Thiere den bedeutenden Fettgehalt im letzteren Reservoir verursacht, wage ich nicht zu entscheiden.

Sonst bieten sich keine irgendwie bemerkenswerthe Unterschiede dar.

4. Wie vertheilt sich das Gesammtfett auf die einzelnen Organe?

Von 100 Theilen Fett treffen beim

Organe	1. fetten Hund	2. fetten Hund	3. mageren Hund	1. fetten Kaninchen	2. mageren Kaninchen	1. fetten Henne	2. fetten Henne	3. mageren Henne
auf Herz	0,47	0,36	0,59	0,18	0,22	0,49	0,09	1,03
„ Leber	0,55	1,01	0,54	0,78	3,49	1,39	0,68	1,53
„ Muskel . . .	20,71	21,08	13,03	12,72	19,64	6,24	6,32	33,82
„ Knochen . . .	4,57	6,29	14,27	5,73	12,67	5,64	5,16	16,49
„ intermuskuläres Bindegewebe .	13,06	11,75	24,72	12,77	14,84	4,71	5,84	—
„ Bauchhöhle . .	16,24	10,00	17,29	38,32	22,67	46,98	43,85	15,10
„ Haut u. Unterhautbindegewebe .	43,54	48,21	28,18	28,71	23,20	32,85	37,03	26,91
„ Rest	0,89	1,28	1,31	0,79	3,16	1,88	1,02	4,66
„ Blut	—	0,02	0,07	0,04	0,03	0,09	0,01	0,16

Vom Gesammtfett trifft in Procenten

Organe	beim fetten Thier	beim mageren Thier
auf Herz	ca. 0,09 bis 0,49	0,22 bis 1,03
„ Leber	0,55 „ 1,39	0,54 „ 3,49
„ Muskel	6,24 „ 21,08	13,03 „ 33,82
„ Knochen	4,57 „ 6,29	12,76 „ 16,49
„ intermuskuläres Bindegewebe .	4,71 „ 13,06	0 „ 24,72
„ Bauchhöhle	10,0 „ 46,98	15,4 „ 22,67
„ Haut und Unterhautbindegewebe	28,71 „ 48,21	23,5 „ 28,18
„ Rest	0,79 „ 1,88	1,31 „ 4,66

Aus dieser Vertheilung ist zu entnehmen:

Das grösste Depot bildet das Unterhautbindegewebe für die Säugethiere, die Bauchhöhle für die Hühner. Ihm zunächst steht

die Bauchhöhle resp. das Unterhautbindegewebe. Bei ersteren trifft auch auf das intermuskuläre Bindegewebe noch eine ziemliche Menge. Auf die Muskeln, die an sich nicht sehr fettreich sind, entfällt ein sehr grosser Procentsatz des Gesammtfettes, wohl nur in Folge ihrer Masse, die die der andern Organe weit übertrifft.

Beim mageren Thier findet sich procentig fast durchgängig eine viel grössere Menge Fett auf die fettärmeren Organe vertheilt als bei den fetten Thieren. Es rührt dies daher, dass mit der Abnahme der Fettmenge in den Depots die Prävalenz derselben über die übrigen Körpertheile aufhört, d. h. in dem Maasse als die Fettmenge am ganzen Körper abnimmt, strebt die Vertheilung des Fettes auf seine Theile einer gewissen Gleichmässigkeit zu, deren obere und untere Grenze gegeben wird durch die Masse der einzelnen Organe.

5. Wie gestalten sich die Fettverhältnisse beim hungernden Thier?

War es bei dem Fehlen jeglicher Fütterungsversuche mit reichlichem Fettansatz unmöglich, genau nachzuweisen, wie und in welcher Reihenfolge der Ansatz bei den einzelnen Organen vor sich geht, so ist es jetzt, wenigstens für einige Thiere, möglich zu verfolgen, in welcher Weise der Fettgehalt der Organe beim Hunger oder bei verminderter, ungenügender Nahrungsaufnahme abnimmt.

Es hat dies besonders darum Werth, weil man vielfach beim Menschen versucht hat, auf einen übermässigen Fettreichthum einzuwirken, und wenn ich auch nicht beabsichtige, die bei Thieren gefundenen Resultate ohne weiteres auf den Menschen zu übertragen, so geben sie doch ein gewisses Bild, unter dessen Eindruck die beim Menschen zu beobachtenden Vorgänge leichter verständlich erscheinen.

Beim Hunger verliert der Körper fortwährend von seinen Bestandtheilen, besonders Fett und Eiweiss. Man hat bisher nur allgemein untersucht, wieviel die einzelnen Organe überhaupt an Gewicht verloren und für das unter „Fettgewebe“ zusammengefasste sichtbare Fett festgestellt, dass es etwa 93 % (Chossat bei Tauben) bis 97 % (Voit bei Katzen) [1]) seines Gewichtes verlor. Ferner ist

1) Voit, Lehrbuch des Gesammtstoffwechsels und der Ernährung S. 96—97.

bekannt, dass sich beim Hunger ein fetter Organismus wesentlich verschieden von einem mageren verhält. Ein fetter Körper ist durch sein Fett anfangs vor grösseren Verlusten von Eiweiss geschützt, so lange der Vorrath reicht; ein magerer, der seinen kleinen Fettvorrath rasch aufbraucht, zersetzt sofort viel mehr Eiweiss und der Moment des Untergangs der für die Lebensbedingungen nothwendigen Organmasse tritt eher ein. Immerhin aber tritt wegen der den Eiweisszerfall überwiegenden Fettzersetzung zumeist zuerst ein Mangel an Fett im Körper auf, jedenfalls zunächst an demjenigen, welches in Zeiten reichlicher Ernährung in den Reservoirs aufgespeichert worden war.

Ich habe hierfür an den beiden Kaninchen ein Beispiel. Beide wurden reichlich gefüttert, das erste fette untersucht, das andere erst nach 13tägigem Hunger.

Nehme ich an, dass bei der gleichen Zunahme beider während der Fütterung der Fettgehalt der Thiere anfangs ziemlich gleich war (der Unterschied im Gewicht ist wohl nur auf die Grössendifferenz zurückzuführen) und berechne ich nach den für das fette Kaninchen gefundenen Werthen den Fettgehalt der Organe des mageren Thieres bei Beginn des Hungers, so werde ich mit einiger Genauigkeit den Verlust der Organe an Fett während der 13tägigen Hungerperiode feststellen können. Ich handle dabei nach dem Vorgange Voit's [1]), der auf diese Weise an zwei Katzen den Verlust der Organe im Hunger überhaupt constatirte.

Die beiden Kaninchen wogen am Anfang der Fütterung:

das grössere, später fettes . . . 1978 g,
das kleinere, später mageres . . . 1778 g,

am Ende der 83tägigen Fütterung:

das grössere . . . . . 2425 g,
das kleinere . . . . . 2211 g,

somit hatte das grössere zugenommen um . . 447 g,
das kleinere um . . . . . 433 g.

Das kleinere wog am Ende der Hungerperiode 1617 g, hatte somit 594 g verloren.

Wie oben berechnet, zeigte das magere Kaninchen am Ende der Fütterung folgende Werthe:

1) Zeitschrift f. Biol. Bd. 2 S. 352—356.

Organe	frisch	trocken	Fett	Wasser
	g	g	g	g
Blut	45,4	8,26	0,01	37,14
Herz	6,9	1,96	0,54	4,94
Leber	82,3	19,43	2,31	62,87
Muskel	854,6	238,03	37,68	616,57
Knochen	173,8	100,49	16,96	73,31
intermuskuläres Bindegewebe	61,2	44,23	37,85	16,97
Bauchhöhle	218,8	128,09	113,50	90,71
Haut	276,3	107,99	7,27	168,31
Unterhautbindegewebe	115,3	87,29	77,75	28,01
Rest	43,1	10,26	2,34	32,84
Summa	1877,7	746,03	296,21	1131,67

Mageres Kaninchen am Ende des Hungers.

Organe	frisch	trocken	Fett	Wasser
	g	g	g	g
Blut	41,5	8,80	0,03	32,70
Herz	4,96	1,09	0,28	3,87
Leber	42,98	13,41	4,40	29,57
Muskel	703,0	188,82	24,78	514,18
Knochen	171,2	100,60	16,10	70,60
intermuskuläres Bindegewebe	34,6	22,65	18,72	11,95
Bauchhöhle	113,0	41,94	28,60	71,06
Haut	262,0	110,63	3,09	151,37
Unterhautbindegewebe	51,0	32,84	26,17	18,16
Rest	47,3	12,60	3,98	34,70
Summa	1471,5	533,38	126,15	938,12

Verlust in absoluten Zahlen.

Organe	frisch	trocken	Fett	Wasser
	g	g	g	g
Blut	3,9	(+ 0,54)	(+ 0,02)	4,44
Herz	1,94	0,87	0,26	1,07
Leber	39,32	6,02	(+ 2,09)	33,30
Muskel	151,6	49,21	12,90	102,39
Knochen	2,6	(+ 0,11)	0,86	2,71
intermuskuläres Bindegewebe	26,6	21,58	19,13	5,02
Bauchhöhle	105,8	86,15	84,90	19,65
Haut	14,3	(+ 2,64)	4,18	16,94
Unterhautbindegewebe	64,3	54,45	51,58	9,85
Rest	4,2	(+ 2,34)	(+ 1,64)	(+ 1,86)
Summa	406,2	212,65	170,06	193,55

100 g des Körpers des Kaninchens hatte somit verloren:

frisch	trocken	Fett	Wasser
18,4 %	9,6 %	7,7 %	8,8 %

Verlust der einzelnen Organe in Procenten.

Organe	frisch	trocken	Wasser	Fett	Von 100 Theilen Fettverlust treffen auf
Blut	8,59	—	—	—	—
Herz	28,12	12,61	15,51	3,77	0,15
Leber	47,76	7,31	40.45	—	—
Muskel	17,74	5,76	11,98	1,51	7,60
Knochen	1,50	—	—	0,50	0,51
intermuskuläres Bindegewebe	43,46	35,26	8,20	31,26	11,25
Bauchhöhle	48,35	39,37	8,98	38,80	49,94
Haut	5,18	—	—	1,51	2,46
Unterhautbindegewebe	55,77	47,22	8,55	44,74	30,34
Rest	—	—	—		—

Das Kaninchen hatte sohin in seinen Organen verloren:

Organe	Trocken-substanz	Fett
	%	%
Herz	12,61	3,77
Leber	7,31	0
Muskel	5,76	1,51
Knochen	—	0,50
intermuskuläres Bindegewebe [1])	35,26	31,26
Bauchhöhle [1])	39,37	38,8
Haut	—	1,51
Unterhautbindegewebe [1])	47,22	44,74

Haut und Knochen haben ausser einem ganz geringen Fettverlust keinen Organverlust; sehr viel Organverlust mit wenig Fettverlust Herz, Leber und Muskeln; während die Fettdepots, wie vorauszusehen, fast nur Fettverlust erlitten. Von letzteren hat ferner das Unterhautbindegewebe um 6 % Fett mehr verloren als die Bauchhöhle, diese um 7 % mehr als das intermuskuläre Bindegewebe.

1) Der Fettverlust dieser drei Theile zusammen, also des sichtbaren Fettgewebes, beträgt 91 %, stimmt also mit den früheren Zahlen nahezu überein.

Betrachtet man die Vertheilung des Verlustes auf die Organe, so ändert sich das Verhältniss zu Gunsten des Unterhautbindegewebes etwas. Das Reservoir in der Bauchhöhle ist zur Hälfte geleert, das Unterhautbindegewebe nur zu $^1/_3$, das intermuskuläre Bindegewebe zu $^1/_{10}$. Die grosse Muskelmenge trifft ein Verlust von $^1/_{14}$.

Ich ziehe hieraus den Schluss, dass das Fett in der Bauchhöhle weitaus das labilste ist, das am leichtesten entbehrliche und dass gerade es beim Hunger am schnellsten verloren geht; während das Muskel- und intermuskuläre Bindegewebefett sehr wenig, das übrige Organfett so gut wie gar nicht verzehrt wird.

Von den beiden fetten Hunden hatte der mit 2 bezeichnete, da er ursprünglich entfettet werden sollte, 19 Tage lang gehungert. Bei der Obduction erwies sich das Thier jedoch noch ziemlich fettreich. Es hatte fast nur von dem Fette der Bauchhöhle abgegeben, bestätigt also die obige Erfahrung.

6. Wie ist der Verlust bei unzulänglicher Nahrung und gleichzeitigem Fetthunger?

Mein magerer Hund, der früher stets fett gewesen sein soll, nach dem grossen Blutverluste jedoch stark abmagerte, erhielt längere Zeit nur 300 g reinen Fleisches, um ihn in seiner Fettarmuth zu erhalten. Natürlich setzte er bei dieser unzureichenden Nahrung noch von seinem eigenen Fett und Fleisch zu. Er weist vorzüglich ein Minus im Fettgehalte seiner lebenswichtigen Organe und in der Bauchhöhle sowie dem Unterhautbindegewebe auf.

Das Minus in den Organen wie Herz, Leber, Muskeln ist wohl deshalb vorhanden, weil das Thier, dessen Gesammtfettmenge schon so bedeutend verringert war, längere Zeit hungerte und Fett verlor als das magere Kaninchen.

Fasst man diese Resultate über die Fettabnahme mit den freilich noch etwas mangelhaften über den Fettzuwachs im Körper zusammen, so ergeben sich vorläufig folgende Regeln:

Wenn ein Thier fett wird, so lagert es zunächst Fett in das intermuskuläre Bindegewebe ab, gleichzeitig auch in das Unterhautbindegewebe. Erst wenn diese beiden schon eine beträchtliche Fett-

menge enthalten, beginnt hauptsächlich das Fett der Bauchhöhle anzuwachsen und nur bei dauernder enormer Zufuhr von Fett oder bei grosser Fettproduction im Körper selbst werden auch die übrigen Organe, vor allem Herz, Leber, Muskel wesentlich fettreicher.

Vielleicht bedingt die verschiedene Mächtigkeit des fettfassenden Bindegewebes und die Entwicklung der Kapillargefässe die Grösse der Fettablagerung im Unterhautbindegewebe oder der Bauchhöhle.

Magert hingegen ein fettes Thier ab, so verschwindet in erster Linie das Fett der Bauchhöhle — möglicherweise weil es dem Circulationscentrum am nächsten liegt — und in umgekehrter Reihe das Fett der übrigen in Frage kommenden Organe. Selbstverständlich betheiligen sich in beiden Fällen die andern Organe etwas mit, jedoch in weit geringerem Grade.

Ein fettarmes Thier verliert beim Abmagern auch das meiste Fett aus seinen Depots, aber die gleichzeitige Betheiligung der andern Organe ist erheblich stärker als beim fettreichen Thier.

Diese Regeln gelten zunächst bloss für das Thier; jedoch ergeben sich nach alltäglichen Erfahrungen für den Menschen einige Uebereinstimmungen, die es zulassen, die Regeln auch auf ihn anzuwenden.

Wir sehen, dass beim Menschen das Fett im Bauchraum zumeist erst dann auftritt, wenn der übrige Fettgehalt schon ziemlich vorgeschritten ist. Bei Sectionen mässig fetter Leute überzeugt man sich, dass die Bauchhöhle oft noch ziemlich fettarm ist, wenn das Unterhautbindegewebe schon recht artige Fettschichten darstellt; und bei an chronischen Krankheiten besonders mit Ernährungsstörungen verstorbenen Menschen findet man das Fett in der Bauchhöhle häufig nahezu verschwunden, während im Unterhautbindegewebe noch reichlich Fett aufgespeichert ist. Waren solche Menschen an sich schon fettarm, so fällt neben der Fettarmuth der Depots der beträchtliche Fettschwund in allen Organen sofort in die Augen.

Ich kann demnach Unna nicht beistimmen, der bei Gelegenheit der Diskussion über „die Behandlung der Fettleibigkeit“ auf dem 4. Congress [1]) für innere Medicin allerdings nur auf Grund äusserlicher Beobachtung die Mittheilung machte, dass bei Entfettungskuren (speciell nach Ebstein) das Herz- und Muskelfett zuerst

1) Verhandlungen dieses Congresses S. 58.

schwindet, dann das Hautfett und ganz zuletzt (oft nur nach Anschluss einer Bantingkur) das Gekrösefett.

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist es wahrscheinlich, dass gerade das Fett der Bauchhöhle zu allererst angegriffen wird, und wenn der „Fettbauch" sich dann nicht gleich verkleinert, so liegt der Grund eben darin, dass gerade das Unterhautbindegewebe der Bauchdecken eine Prädilectionsstelle für Fettablagerung bildet und dass die Fettschichte im Unterhautbindegewebe überhaupt länger bestehen bleibt.

7. Verhalten des Blutes.

Bei der ganzen bisherigen Betrachtung habe ich von dem Verhalten des Blutes geschwiegen, obwohl ich es in den Tabellen meist aufgeführt habe; einmal weil es vermöge seiner Beschaffenheit als Organ mit flüssiger Zwischensubstanz eine Sonderstellung einnimmt, dann aber weil es der Träger der in den Körper von aussen aufgenommenen Substanzen zu den andern Organen ist.

Als Organ betrachtet wird das Blut wie andere Organe in seinem Fettgehalte Schwankungen zeigen können, je nachdem der übrige Körper fett oder mager ist.

Als Träger des Ernährungsmaterials für sämmtliche Organe wird es Verschiedenheiten zeigen, je nachdem der Körper hungert oder ernährt wird und je nachdem die zugeführte Nahrung fettreich oder fettarm ist, besonders also zu Zeiten der Verdauung und Resorption im Darmkanal; dann aber auch wenn die Fettbildung im Thierkörper in Folge reichlicher Zufuhr von fettbildenden Stoffen sich ändert. Da das in allen möglichen Zellen des Körpers gebildete Fett nach den Untersuchungen von Forster zum grössten Theile in den Depots abgelagert wird, so muss es während einer gewissen Zeit das Blut passiren, und dieses wird dann eine Aenderung in seinem Fettgehalte erfahren.

Im Hungerzustand wird daher voraussichtlich die Fettmenge im Blute eine sehr geringe sein.

Uebrigens ist die Fettmenge im Blute sehr gering. Hofmann[1]) fand in 100 g Blut eines sehr fetten Hundes nur 0,08 g Fett.

---

1) Zeitschrift f. Biol. Bd. 8, 1872, Der Uebergang von Nahrungsfett in die Zellen des Thierkörpers S. 172.

Leider wurde in drei Fällen das Fett aus dem getrockneten Blute nur mit kochendem Aether im Kölbchen ausgezogen, weshalb diese Bestimmungen weniger genau sind als die übrigen fünf nach Soxhlet's Methode gemachten.

Thiere	Hund			Kaninchen		Henne		
Constitution	1. fetter	2. fetter	3. magerer	1. fettes	2. mageres	1. fette	2. fette	3. magere
	%	%	%	%	%	%	%	%
Wassergehalt	(81,56)	84,29	73,38 (?)	81,85	78,80	82,88	82,43	82,49
Fettgehalt im frischen Blut	(0,20)	0,07	0,08 (?)	0,03	0,07	1,05	0,11	0,24
Fettgehalt im trockenen Blut	(1,09)	0,44	0,30	0,15	0,36	6,12	0,62	1,39
	(Soxhlet)	(Soxhlet)	(Soxhlet)	—	—	(Soxhlet)	—	(Soxhlet)

1. fetter Hund. Das Blut ging bei dem Versuch, es in Blutkörperchen und Blutserum zu trennen, um beide getrennt zu untersuchen, auf der Centrifugalmaschine verloren. Ich habe dafür das Blut eines alten, sehr fetten Hundes, den Herr Dr. Erwin Voit [1]) untersuchte, eingesetzt.

2. fetter Hund. Hunger seit 19 Tagen.

3. magerer Hund. Hunger seit 48 Stunden.

1. fettes Kaninchen. Im Magen und Darm viel von dem fettreichen Futter.

2. mageres Kaninchen. Hunger seit 13 Tagen.

1. fette Henne. Hunger seit ca. 12—18 Stunden.

2. fette Henne. Vor dem Tode noch reichlich mit Weizen gefüttert. Kropf, Magen, Darm voll Inhalt.

3. magere Henne. Hunger seit längerer Zeit.

Wenn ich die nicht nach Soxhlet erhaltenen Ergebnisse ausschliesse, so erhellt aus den übrigen Zahlen nur das eine, dass den fetten Thieren ein erhöhter Fettgehalt im Blute zukommt [2]); für den Einfluss der Nahrung auf den Fettgehalt des Blutes kann ich

1) Der Muskel enthält frisch 10,68 % und trocken 37,28 % Fett.

2) Im Blutplasma fand Röhrig nach fettreicher Nahrung 1,25 %, nach mehrtägigem Fasten 0,5 bis 0,7 % Fett. (Ber. d. sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. 26 S. 1. 1874.)

keine Angaben machen, weil alle diese Thiere sich in theils kurzem, theils längerem Hungerzustande befanden.

8. Wassergehalt der fetten und mageren Thiere.

Zum Schlusse möge hier noch eine kurze Besprechung des Verhältnisses zwischen Fett- und Wassergehalt der Organe und des ganzen Körpers Platz finden.

Im Körper befindet sich ausser in den Flüssigkeiten des Blutes und der Lymphe noch eine sehr grosse Menge Wassers, von allen Organen imbibirt. Diese Wassermenge kann durch gesteigerte Zufuhr wie durch verminderte Abgabe eine Vermehrung erfahren, kann aber auch umgekehrt durch Beförderung der Abgabe und Verminderung der Zufuhr bis zu einer gewissen Grenze geringer werden.

Wenn ein Körper in seinen Organen reichlich Fett enthält, so beobachtet man constant eine Abnahme des procentischen Wassergehaltes, und die Landwirthe scheinen anzunehmen, dass ihre Mastthiere in dem Grade als sie an Fett zunehmen, an Wasser verarmen.

Schulze und Reinecke fanden[1]):

	Wasser	Fett
im Fettgewebe des Ochsen	9,96 %	88,88 %
„ „ „ Hammel	10,84 %	87,88 %
„ „ „ Schwein	6,44 %	92,21 %

Ob es sich aber hier nur um eine durch die Fettablagerung hervorgerufene procentische Wasserverarmung oder auch um eine absolute, d. h. um eine Verdrängung von Wasser aus den Organen handelt, ist noch nicht sicher entschieden. Was den Einfluss der Wasseraufnahme auf den Fettansatz und die Mastung bei Thieren betrifft, so glauben die meisten, dass bei einer geringeren Wasseraufnahme leichter und reichlicher Fett sich ablagert.

Wenn die Fettzelle bei der Aufnahme des Fettes entsprechend an Plasma verliert, also das Volum der Zelle und die Zusammensetzung des noch eingeschlossenen Plasmas sich dabei nicht ändert, dann muss der absolute und relative Gehalt der fetthaltigen Zelle an Wasser abnehmen; nach Abzug des aufgenommmenen Fettes wird der absolute Gehalt der Zelle an Wasser geringer sein, der relative aber

1) Voit, Lehrbuch des Gesammtstoffwechsels etc. S. 404.

unverändert bleiben. Nimmt dagegen die Zelle bei dem Eintreten des Fettes an Plasma nicht ab, dann wird ihr Wassergehalt nach Abzug des Fettes weder absolut noch relativ geändert sein. Ja es kann sogar nach Abzug des Fettes eine Zunahme des relativen Wassergehaltes erfolgen, wenn das restirende Plasma reicher an Wasser und ärmer an festen Theilen geworden ist; das Umgekehrte, d. i. eine relative Abnahme des Wassergehaltes wird eintreten, wenn das restirende Plasma an Wasser eingebüsst hat und reicher an festen Bestandtheilen geworden ist.

Um diese Frage zu beantworten, habe ich die folgende Tabelle angelegt.

		% Wasser im frischen	% Fett im frischen	% Wasser im fettfreien
Herz.	1. fetter Hund	74,55	8,79	81,74
	2. „ „ . . .	76,79	5,77	81,49
	magerer „	74,27	5,64	78,71
	fettes Kaninchen . . .	71,58	7,76	77,61
	mageres „ . . .	78,02	5,65	82,69
	1. fette Henne	64,85	21,42	82,53
	2. „ „	74,44	8,41	81,82
	magere „	68,52	12,22	78,06
Leber.	1. fetter Hund	70,91	4,34	74,13
	2. „ „	72,15	6,13	76,87
	magerer „	67,51	2,68	69,37
	fettes Kaninchen . . .	76,39	2,80	78,59
	mageres „ . . .	68,80	10,24	76,65
	1. fette Henne	69,64	11,24	78,46
	2. „ „	68,93	7,97	74,89
	magere „	71,69	3,06	73,95
Muskel.	1. fetter Hund	68,24	10,93	76,61
	2. „ „	68,70	11,03	77,22
	magerer „	72,89	2,50	74,76
	fettes Kaninchen . . .	72,15	4,41	75,48
	mageres „ . . .	73,14	3,52	75,81
	1. fette Henne	73,53	4,99	77,40
	2. „ „	72,90	3,92	75,87
	magere „	72,44	3,97	75,43

		% Wasser im frischen	% Fett im frischen	% Wasser im fettfreien
Knochen.	1. fetter Hund . .	37,95	8,91	41,66
	2. „ „ . .	47,27	8,10	51,44
	magerer „ . .	42,09	8,87	46,18
	fettes Kaninchen .	42,18	9,76	46,74
	mageres „ .	41,24	9,40	45,52
	1. fette Henne . .	—	—	—
	2. „ „ . .	38,29	13,19	44,12
	magere „ . .	43,21	3,69	44,86
intermuskuläres Bindegewebe.	1. fetter Hund . .	18,38	75,24	74,23
	2. „ „ . .	33,33	56,48	76,58
	magerer „ . .	35,28	49,78	70,26
	fettes Kaninchen .	28,21	61,85	73,95
	mageres „ . .	34,54	54,10	75,26
	1. fette Henne . .	36,00	51,11	73,64
	2. „ „ . .	28,07	60,62	71,28
	magere „ . .	—	—	—
Bauchhöhle.	1. fetter Hund . .	47,84	41,89	82,34
	2. „ „ . .	64,39	23,03	83,65
	magerer „ . .	53,81	32,11	79,25
	fettes Kaninchen .	41,46	51,88	86,15
	mageres „ .	62,89	25,31	84,20
	1. fette Henne . .	10,85	87,11	84,22
	2. „ „ . .	16,86	78,92	79,98
	magere „ . .	75,69	8,72	82,93
Haut.	1. fetter Hund . .	40,15	21,59	51,21
	2. „ „ . .	38,20	28,03	53,07
	magerer „ . .	49,34	7,30	53,23
	fettes Kaninchen .	60,16	2,63	62,56
	mageres „ . .	57,78	1,18	58,89
	1. fette Henne . .	—	—	—
	2. „ „ . .	—	—	—
	magere „ . .	—	—	—
Unterhautbindegewebe.	1. fetter Hund . .	17,34	76,85	76,21
	2. „ „ . .	22,77	70,50	77,19
	magerer „ . .	26,40	62,89	71,14

		% Wasser im frischen	% Fett im frischen	% Wasser im fettfreien
	fettes Kaninchen . . .	24,29	67,43	74,59
	mageres „ . .	35,61	51,31	73,14
	1. fette Henne . . .	47,72	44,49	85,97
	2. „ „ . . .	31,26	56,86	72,47
	magere „ . . .	56,75	18,38	69,53
Rest.	1. fetter Hund . . .	72,52	6,08	77,21
	2. „ „ . . .	77,12	6,57	82,54
	magerer „ . . .	74,89	3,40	77,55
	fettes Kaninchen . .	76,19	5,44	80,57
	mageres „ . .	73,36	8,41	80,11
	1. fette Henne . . .	74,93	6,34	80,01
	2. „ „ . . .	75,36	7,43	81,41
	magere „ . . .	78,14	3,90	81,31
Gesammt-körper.	1. fetter Hund . . .	53,5	22,6	69,2
	2. „ „ . . .	57,0	18,7	70,1
	magerer „ . . .	61,9	9,4	68,4
	fettes Kaninchen . .	60,3	15,7	71,6
	mageres „ . . .	63,5	8,6	69,5
	1. fette Henne . . .	53,7	28,0	74,6
	2. „ „ . . .	52,3	27,5	72,3
	magere „ . . .	65,2	5,4	68,9

Man erkennt aus diesen Zahlen, dass der Wassergehalt der Organe bei Einlagerung von Fett nur scheinbar abnimmt, in Wirklichkeit jedoch sich nicht vermindert, sondern eher zunimmt.

In der That ist ersichtlich, dass die fetten Thiere im frischen, wasser- und fetthaltigen Zustand betrachtet allerdings eine Procentverminderung ihres Wassergehaltes erfahren, dass dagegen nach Abzug des Fettes der Wassergehalt des Körpers procentisch zumeist wenn auch nicht erheblich gesteigert ist. Absolut kann sonach ein fettes Thier nicht nur fett-, sondern auch möglicherweise wasserreicher werden, d. h. mit der stärkeren Verfettung kann auch eine Verwässerung verknüpft sein.

In gewissen Organen ergeben sich Ausnahmen von der Regel, so bei den Knochen sämmtlicher Thiere, von denen ja eine Wasser-

aufnahme gar nicht zu erwarten war; dann aber auch beim fetten Kaninchen, das in Leber, Herz, Muskeln, Rest und intermuskulärem Bindegewebe mit der Fettzunahme eine Wasserabnahme aufweist, in den übrigen Theilen, vor allem den Fettdepots, Bauchhöhle und Unterhautbindegewebe, dagegen eine Wasserzunahme. Das Thier wurde mit ungenügender Wassermenge, von der es nur einen Theil aufnahm, gefüttert, konnte somit nur in den hauptsächlich Fett ansetzenden Organen auch Wasser ansetzen.

Sonst findet sich überall neben geringgradigen Schwankungen eine constante procentische Wasserzunahme aller Organe fetter Thiere. Wodurch diese Zunahme bedingt ist, ist nicht erklärlich. Es müssen die Organe, wenn viel Fett in ihnen abgelagert wird, relativ mehr Wasser zurückhalten oder es muss das restirende Plasma an den übrigen festen Theilen ärmer werden.

Nach Zahlen von Professor W. Henneberg in Göttingen, die gelegentlich seiner Versuche „Ueber Fleisch- und Fettproduction in verschiedenem Alter und bei verschiedener Ernährung [1])“ erhalten wurden, habe ich folgende für den vorliegenden Zweck des Nachweises des Fettgehaltes ganzer Thiere und einzelner Theile geeignete Werthe berechnet.

Thiere	Ganzer Körper	Nierenfett und loser Talg	Vier Viertel minus Knochen
	% Fett im frischen Zustande	% Fett im frischen Zustande	% Fett im frischen Zustande
(A I) fast fleischiger Hammel . .	15,1	92,37	20,32
(A II) fetter Hammel	31,8	88,32	40,79
(A III) sehr fetter Hammel	36,7	92,77	43,24
(B I) mageres Lamm	7,5	86,87	10,88
(B II) fleischiger Jährling	22,9	89,02	27,93
(B III) fetter Jährling	30,7	92,15	35,59
(B V) fleischiger und fetter Hammel	37,6	93,21	45,57
(B IV) sehr fetter Hammel	43,2	92,36	51,42
(B VI) noch fetterer Hammel . . .	45,2	93,77	50,42

1) Zeitschrift f. Biol. Bd 17 S. 295 ff.

Zu diesen Zahlen muss ich bemerken:

Nierenfett und loser Talg entspricht so ziemlich dem, was ich unter Fett der Bauchhöhle begriffen habe, jedoch beträgt bei meinem Fett der Bauchhöhle die fettfreie trockene Substanz etwas mehr, weil ich demselben den Darm beigefügt habe. In Folge dessen erscheint der procentische Fettgehalt der Bauchhöhle in meinen Tabellen fast durchaus etwas niedriger.

Da sich Henneberg, dem es hauptsächlich darauf ankam, im Interesse der Landwirthschaft positive Zahlen über das Verhältniss zwischen Fett und Fleisch in Fleischstücken, wie sie uns zur Nahrung dienen, zu ermitteln, ausschliesslich auf den Nachweis dieser Verhältnisse beschränkte, fehlen für die meisten übrigen Körpertheile entsprechende Bestimmungen. Aus dem gleichen Grunde war auch die Trennung in Muskeln, intermuskulärem Bindegewebe und Unterhautbindegewebe unnöthig. Jedoch konnte ich aus den vorliegenden Tabellen wenigstens den Fettgehalt der Summe dieser drei Theile berechnen.

Ich entnehme der obigen Zusammenstellung Folgendes. Der Fettgehalt der Bauchhöhle ist auch bei den weniger fetten Thieren sehr ansehnlich und zeigt selbst bei den fettesten Thieren nur mehr geringen Zuwachs. Dagegen schwankt der Fettgehalt in den Fleischstücken sehr bedeutend je nach dem allgemeinen Fettgehalte des Körpers und zeigt auch bei schon sehr fetten Thieren noch immer eine beträchtliche Mehrung. Auch bei den Thieren, die durch die Mästung vorzüglich einen Fleischansatz erfahren sollten, ist eine ziemliche Ablagerung von Fett nebenher gegangen.

Bemerkenswerth ist der Gesammtfettgehalt des Thieres, der bei längerer Mast eine ganz enorme Grösse erreichen kann (bis 45,2 %, also fast die Hälfte des Körpergewichtes). Der Fettgehalt des Thieres steigt im Anfang der Mast viel rascher an als in den späteren Perioden und scheint, da die Mast solange fortgesetzt wurde, bis eine Gewichtszunahme nicht mehr constatirt werden konnte, mit dem höchsten Gehalt zugleich auch seinen Grenzwerth erreicht zu haben.

Aehnliche Untersuchungen wurden von Lawes und Gilbert[1])

1) Experimental inquiry into the composition of some of the animals fed and slaughtered as human food from the Philosophical Transactions part II p. 493 ff. 1859.

angestellt. Sie bestimmten an 10 Thieren sowohl den Fett- und Fleischgehalt als auch den Wassergehalt in den Fleischstücken und Eingeweiden, und zwar einmal in den knochenhaltigen vier Vierteln einschliesslich der Nieren und des Nierenfettes (Carcass), dann noch in den übrigen Theilen: Eingeweide, Kopf, Haut, Beine etc. (Offal). Ich entnehme ihren Mittheilungen folgende Tabelle:

Thiere	% Fettgehalt im frischen Zustande			% Wassergehalt		
	Vier Viertel (Carcass)	(Offal) Eingeweide	Gesammtkörper	Vier Viertel (Carcass)	(Offal) Eingeweide	Gesammtkörper
fettes Kalb . . .	16,6	14,6	14,8	62,3	64,9	63,0
halbfetter Ochs	22,6	15,7	19,1	54,0	59,6	51,5
fetter Ochs . . .	34,8	26,3	30,1	45,6	52,8	45,5
fettes Lamm . .	36,9	20,1	28,5	48,6	58,5	47,8
mageres Schaf .	23,8	16,1	18,7	57,3	63,7	57,3
halbfettes Schaf	31,3	18,5	23,5	49,7	61,1	50,2
fettes Schaf . .	45,4	26,4	35,6	39,7	55,2	43,4
sehr fettes Schaf	55,1	34,5	45,8	33,0	45,1	35,2
mageres Schwein	28,1	15,0	23,3	55,3	67,9	55,1
fettes Schwein .	49,6	22,8	42,2	38,6	59,4	41,3

Ich werde auf diese Tabelle gelegentlich der Besprechung des Verhältnisses zwischen Fett- und Wassergehalt noch zurückkommen.

Aus den Arbeiten von Kern und Wattenberg[1]) „über den Verlauf und die Zusammensetzung der Körpergewichtszunahme bei der Aufzucht und Mastung von Hammellämmern“ konnte ich folgende Zahlen gewinnen.

Thiere		% Fettgehalt (frisch)				% Wassergehalt
		sichtbares Fett der Fleischstücke[2])	Netzfett (loser Talg)	Nierenfett	Muskel	Muskel (fettfrei)
Abtheilung II (stärker gefüttert)	Hammel Nr. 9 Mast von 203 Tg.	80,65	93,47	93,02	16,42	80,21
	Nr. 6 Mast von 336 Tg.	84,42	91,84	93,01	28,43	79,17

1) Journal für Landwirthschaft 28. Jahrg. 1880 S. 289 ff.

2) = meinem intermuskulären und Unterhautbindegewebe.

Thiere	% Fettgehalt (frisch)				% Wassergehalt
	sichtbares Fett der Fleischstücke[1])	Netzfett (loser Talg)	Nierenfett	Muskel	Muskel (fettfrei)
Abtheilung I: Hammel Nr. 5 Mast von 189 Tg.	78,39	91,15	91,97	15,53	80,40
Abtheilung I: Nr. 4 Mast von 463 Tg.	90,78	92,22	94,68	22,6	79,40
Abtheilung I: Nr. 3 Mast von 637 Tg.	83,79	93,23	95,80	20,70	78,60
magere Lämmer Nr. 11, 12 Mittelwerth	—	—	—	14,52	81,10

	% Wassergehalt im fettfreien Organ		
Nr. 9	69,19	76,10	71,06
Nr. 6	69,67	76,72	81,40
Nr. 5	71,35	75,80	73,23
Nr. 4	50,20	66,45	66,54
Nr. 3	76,57	71,79	58,57

Aus den Reihen über den Fettgehalt ist ersichtlich, dass das Fettreservoir im Unterhautbindegewebe und intermuskulären Bindegewebe im Allgemeinen nicht so viel Fett procentisch aufzunehmen vermag, als das in der Bauchhöhle bestehende Fettdepot. Es würde dieser Befund mit meiner bereits oben niedergelegten Ansicht übereinstimmen. Des Weiteren ist ersichtlich, dass bei dem höchsten Grade der Fettaufspeicherung im Körper der procentische Fettreichthum der Depots nicht mehr wesentlich gesteigert wird, dass dagegen der Fettgehalt der übrigen Organe (hier allerdings nur der Muskeln) bedeutend zunimmt.

Unter den verschiedenen Muskelgruppen scheint hinwiederum die Neigung zur Fettaufnahme ziemlich verschieden, wie folgende Tabelle erkennen lässt (derselben Arbeit entnommen).

Hammel Nr. 6.

	100 g von dem sichtbaren Fett befreiten Fleisches enthalten Fett:
Hals	35,04 g
Brust	31,94 g

1) = meinem intermuskulären und Unterhautbindegewebe.

	100 g von dem sichtbaren Fett befreiten Fleisches enthalten Fett:
Lappen	30,22 g
Blatt	19,38 g
Carbonade	30,73 g
Carré	31,35 g
Keule	20,33 g

Hammel Nr. 9.

Hals	13,84 g
Brust	16,56 g
Lappen (Flanke)	24,10 g
Blatt (Vorderkeule)	20,26 g
Carbonade [1])	17,58 g
Carré [2])	7,23 g
Keule	15,39 g

Was das Verhältniss vom Fett- zum Wassergehalt im frischen Organ und im ganzen Thier anlangt, so scheinen mir die Zahlen der genannten Autoren einzelne Abweichungen von meinen Resultaten zu bieten. Doch dürfen diese Unterschiede zum Theil darauf zurückgehen, dass ihre Untersuchungen weniger detaillirt waren, zum Theil an jungen, noch nicht erwachsenen Thieren vorgenommen wurden, deren Organe noch reichlich an Eiweissgehalt zunahmen. Die bezüglichen Bestimmungen von Lawes und Gilbert ergaben Folgendes:

Thiere	% Wassergehalt		
	Vier Viertel (fettfrei)	Eingeweide (fettfrei)	Gesammtkörper (fettfrei)
fettes Kalb	74,70	76,00	73,94
halbfetter Ochs	69,77	70,70	63,66
fetter Ochs	69,94	71,64	65,09
fettes Lamm	77,02	73,34	66,85
mageres Schaf	75,20	75,92	70,48
halbfettes Schaf	72,35	74,97	65,62
fettes Schaf	72,89	75,00	67,39
sehr fettes Schaf	73,50	68,86	64,94
mageres Schwein	76,91	79,88	71,84
fettes Schwein	76,59	76,94	71,45

1) Die sechs ersten Rückenwirbel mit 1/3 der zugehörigen Rippen nebst der anliegenden Muskeln.

2) Die übrigen Wirbel bis zum vorletzten Lendenwirbel.

Nach diesen Resultaten enthalten die vier Viertel und die Eingeweide mit wenig Ausnahme auch im fettfreien Zustand procentisch um so weniger Wasser, je fettreicher sie ursprünglich sind, während ich dabei zumeist eine geringe Vermehrung des Wassergehaltes gefunden habe. Ebenso verhält sich dann auch der ganze Körper.

Immerhin aber enthalten die verschiedenen Fettdepots in demselben Individuum etwas mehr Wasser, wenn sie fettreicher sind. Leider fehlen für alle andern Körpertheile Angaben, so dass ein Vergleich mit meinen Zahlen unmöglich ist.

Jedenfalls erweisen diese Zahlen, dass im frischen fetthaltigen Organ die Procentzunahme an Fett gefolgt ist von einer Procentabnahme an Wasser, dass aber im frischen fettfreien Organ bei Fettzuwachs der Wassergehalt ziemlich gleich bleibt oder nur wenig vermindert erscheint.

Letztere Ansicht hat auch schon Ohlmüller[1]) ausgesprochen. In seiner Untersuchung über „die Abnahme der einzelnen Organe bei an Atrophie gestorbenen Kindern“ erwähnt er die scheinbare Procentzunahme an Wasser in den Organen abgemagerter Kinder gegenüber fetten, legt dann aber dar, dass diese Zunahme bei den fetten auch vorhanden ist, wenn man den Wassergehalt im fettfreien Organ berechnet und endet mit den Worten: Man sieht daraus abermals, dass die Einlagerung von Fett zum grössten Theil nur relativ die Menge des Wassers erniedrigt und eine Verdrängung des Wassers höchstens nur in extremen Fällen vorkommt.

Perls, der aus der scheinbaren Abnahme des Wassers in fetten Organen ein Merkmal für die Unterscheidung einer Fettinfiltration oder Fettdegeneration (hierbei tritt das Fett an die Stelle eines Theils der zu Grunde gegangenen festen Stoffe, der Wassergehalt wird somit nicht alterirt) aufgestellt hat, denkt bei der Fettinfiltration auch an eine Verdrängung von Wasser, während in Wahrheit die Zusammensetzung des übrigen fettfreien Organs sich nicht wesentlich ändert. Wohl aber könnte dabei eine Verdrängung von Plasma aus der Zelle stattfinden und doch procentisch der Wassergehalt der fettfreien Zelle der gleiche bleiben.

---

1) Zeitschrift f. Biol. Bd. 18 S. 92.

R. v. Hösslin[1]), der letzteres erwähnt, bemerkt dazu: „Es ist schon seit längerer Zeit bekannt, dass die Fettablagerung in den Geweben auf den Wassergehalt derselben einen grossen Einfluss ausübt; die Organe gemästeter Thiere enthalten um so weniger Wasser, je fettreicher dieselben sind. Dabei handelt es sich nach Voit zum Theil allerdings um eine Verdrängung von Wasser durch Fett, hauptsächlich aber um eine Anlagerung wasserfreien Fettes in den Geweben, so dass nach Abzug des letzteren eine nahezu normale Wassermenge der Organe sich herausstellt.“

Es ist also das Verhältniss von Fett und Wasser, wie ich es für die meisten Körpertheile genau ermittelt habe, im Allgemeinen schon früheren Forschern bekannt gewesen.

---

1) Ueber den Wasser- und Fettgehalt der Organe bei verschiedenen pathologischen Zuständen. Inauguraldissertation S. 3 u. 4. München 1881.